

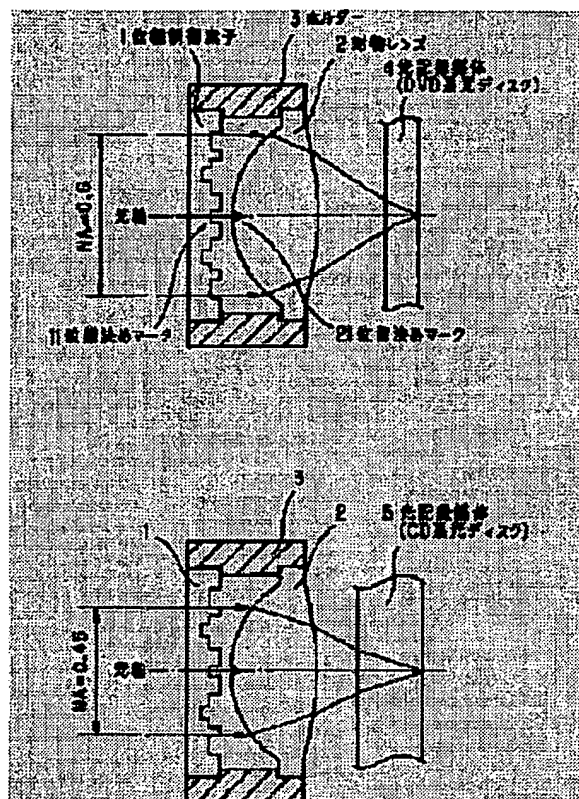
# OPTICAL HEAD DEVICE

Publication number: JP2001006203  
 Publication date: 2001-01-12  
 Inventor: OI YOSHIHARU; MURATA KOICHI; SHIMOZONO HIROAKI  
 Applicant: ASAHI GLASS CO LTD  
 Classification:  
 - International: G11B7/135; G11B7/135; (IPC1-7): G11B7/135  
 - European:  
 Application number: JP19990171363 19990617  
 Priority number(s): JP19990171363 19990617

Report a data error here

## Abstract of JP2001006203

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to stably record and reproduce optical disk information with a simple constitution by fixing an objective lens and a phase control element to one holder by positioning the positioning mark central axis alignment formed at the both. **SOLUTION:** The positioning mark 11 of a concave dent is formed at the ring band central axis of the phase control element and the similar positioning mark 21 at the symmetrical central axis of the objective lens as the marks for regulating eccentricity at the respective surfaces at which the phase control element 1 and the objective lens 2 face each other on the optical axis of an optical head. At the time of assembly, the objective lens and the phase control element 1 are fixed to the holder 3 by regulating the eccentricity in such a manner that the positioning mark 21 at the center of the objective lens and the positioning mark 11 at the ring band center of the phase control element are aligned. As a result, the phase control element and objective lens of the optical head device are integrated without eccentricity and the reproduction performance of a CD system optical disk in compliance with designed values can be stably obtained while the reproduction performance of the optical disk of a DVD system is maintained.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-6203  
(P2001-6203A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(51) Int.Cl.  
G 1 1 B 7/135

識別記号

F I  
G 1 1 B 7/135

ページ\* (参考)

A 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-171363

(22) 出願日 平成11年6月17日 (1999.6.17)

(71) 出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区有楽町一丁目12番1号

(72) 発明者 大井 好晴

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社内

(72) 発明者 村田 浩一

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社内

(74) 代理人 100073874

弁理士 萩野 平 (外4名)

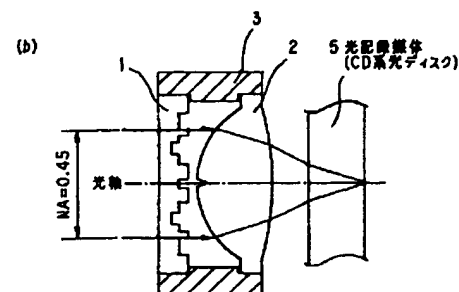
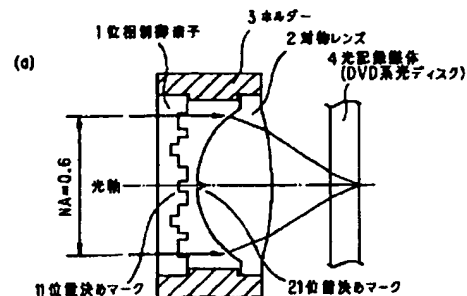
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘッド装置

(57) 【要約】

【課題】 位相制御素子と対物レンズを用い、DVD系及びCD系の光ディスクの情報を簡単な構成で安定して記録・再生できる光ヘッド装置を提供する。

【解決手段】 位相制御素子1と対物レンズ2とに中心軸合わせ用の位置決めマーク11, 21を形成し、この位置決め用マーク11, 21によって位置調整して一つのホルダー3に固定することで偏心させることなく一体化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】光源からの光を対物レンズと位相制御素子とを備えた光学系により光記録媒体に集光し、情報の記録又は再生を行う光ヘッド装置において、対物レンズと位相制御素子とは中心軸合わせ用の位置決めマークが形成されており、かつこのマークによって位置決めされて一つのホルダーに固定されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 2】前記位相制御素子と前記対物レンズとが対向するそれぞれの面上の中心軸の位置に凹型又は凸型の位置決めマークが形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ヘッド装置。

【請求項 3】前記位相制御素子の表面には平面形状が環状でかつ断面形状が階段状の溝を有し、前記光源が 2 つの光源からなり、各光源がそれぞれ異なる波長の光を出射して、各波長の光が前記光学系を透過して光記録媒体上に集光されるとき、前記溝が一方の波長の光の波面収差の RMS には変化を与えずそのまま光を透過させ、他方の波長の波面収差の RMS を低減することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の光ヘッド装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクなどの光記録媒体用の記録装置や再生装置などに用いる光ヘッド装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】CD-R を含む CD 系の光記録媒体（以後、光ディスクで代表する）の記録・再生のために、光源として波長が 780 nm 帯の半導体レーザと、NA（開口数）が 0.45 の対物レンズ、及び厚さが 1.2 mm の光ディスクが使用される。一方、DVD 系の光ディスクの記録・再生には、光源として波長が 650 nm 帯の半導体レーザと、NA が 0.6 の対物レンズと、厚さが 0.6 mm の光ディスクが使用される。

【0003】したがって、一つの光ヘッド装置で CD 系と DVD 系両方の光ディスクの記録・再生を実現させるためには、CD 系と DVD 系用それぞれの発振波長の半導体レーザを合計 2 個、及びそれぞれの NA に対応した対物レンズを合計 2 個使用する。しかし、この方式では、光学系が 2 系統となるため光ヘッド装置の体積が大きく、重量も大きく、部品点数が多いため組立工程が複雑となるなどの欠点があった。

【0004】これらの欠点を解決するため、波長の異なる半導体レーザからの光を波長選択性を有する合成分離ミラーで合成分離し、同一の対物レンズを使用してコンパクトな光ヘッド装置を構成することが提案されている。しかし、前述のように CD 系と DVD 系の光ディスクでは対物レンズに要求される NA が異なるため、両系の光ディスクを同一の対物レンズを使用して記録・再生する場合、対物レンズの NA を波長に応じて変える必要

があった。

【0005】この波長に応じて変える方法として、光軸を含む対物レンズの中心領域では 2 つの波長帯の光を直進透過させる一方、光軸を含まない対物レンズの周辺領域では大きな NA が必要な波長 650 nm の光を直線的に透過させ、小さな NA でもよい波長 780 nm の光は反射させる方法がある。このように、一つの波長に対して周辺領域で直進透過率を選択的に低くする波長選択性の絞りを光ディスクと光源との間に配置することにより、CD 系と DVD 系での光ディスクの波長に対する NA の切替を行っている。しかし、CD 系と DVD 系では光ディスクの厚さが異なるので、発生する球面収差をこのような開口制御（NA 制御）のみで十分に低減させることは困難であった。

【0006】この問題を解決する従来の手段として大別して 2 種類の方策が挙げられる。これらの方策は、例えば光学第 28 巻第 2 号 1999 年 6 4 頁～70 項に概説されている。即ち、DVD 系で波面収差が最小となるように設計された対物レンズの表面に輪帯状に段差を形成し、DVD 系での波面収差の増大を抑制しつつ CD 系での波面収差を減少させる輪帯位相補正レンズ方式と、対物レンズとは別体に平面形状が環状で断面形状が階段状の溝を基板に形成した素子を配置する位相制御素子方式がある。

## 【0007】

【課題を解決しようとする課題】しかし、上記 2 種類の方策においても次のような問題を生じる。まず、輪帯位相補正レンズ方式にあっては、例えば特開平 11-2759 や特開平 11-16190 にその具体例が記載されているが、何れも、位相補正用輪帯の無い対物レンズに比べて CD の波面収差の RMS (Root Mean Square) は改善されているものの、DVD の波面収差は劣化する傾向にある。また、温度変動に対して特性の安定なガラス成形レンズの場合、波長レベルの位相補正用輪帯を精度良く成形することは製法上難しかった。

【0008】また、位相制御素子方式にあっては、例えば特開平 10-334504 に記載されるように、DVD 波長に対して位相制御素子は位相分布を殆ど変化させることはないため、RMS 波面収差は DVD 系に最適設計された対物レンズの値を維持し、CD 系の RMS 波面収差のみを低減するように作用する。したがって、本方式は記録・再生性能が波面収差に敏感な DVD に対して有効である。しかし、位相制御素子は対物レンズと分離した構成であるため、位相制御素子と対物レンズとの偏心が許容値以上に生じると CD の波面収差の RMS 低減作用が機能しない問題があった。そして、従来の製法により作製された対物レンズ、位相制御素子及び両部品を一体化するホルダーの外形加工精度では、組立時に生じる対物レンズと位相制御素子の偏心を許容値以下に安定して保持することは困難であった。

10

20

30

40

50

【0009】また、光ディスク用の光ヘッド装置においては、半導体レーザからの出射光が光ディスクで反射されて戻り光となり、この戻り光をビームスプリッタを用いて光検出器である受光素子に導く必要がある。このビームスプリッタとして、異なる波長の半導体レーザ光を合成分離するための前述の合成分離ミラーに加えて、この合成分離ミラーによって分離されたそれぞれの波長の光を上記の受光素子へ導くハーフミラーがさらに必要となる。したがって、装置の部品点数が多くなると共に、組立工程が複雑となり生産性が低下する。また、このハーフミラーは通常の入射方向に対して直角方向に光を反射するように使用するために、光ヘッド装置の小型化も困難であった。

【0010】また、光ヘッド装置の小型化のために、ホログラム素子を用いたビームスプリッタ（ホログラフィックビームスプリッタ）が提案されている。このホログラフィックビームスプリッタは、光の進行方向を回折によって曲げて、半導体レーザの近くに配置した受光素子に光を導くことができる。このホログラフィックビームスプリッタを半導体レーザと対物レンズとの間の半導体レーザに近い側に配置すると、2つの異なる波長の半導体レーザの近くにそれぞれのホログラム素子が必要となり、部品点数が増加する。また、特にDVD系の光ディスクの再生時には、ホログラム素子を対物レンズと一体に駆動した方がトラッキングの精度が高くなる。

【0011】本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたもので、位相制御素子と対物レンズを用い、DVD系及びCD系の光ディスクの情報を簡単な構成で安定して記録・再生できる光ヘッド装置を提供することを目的としている。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、光源からの光を対物レンズと位相制御素子とを備えた光学系により光記録媒体に集光し、情報の記録又は再生を行う光ヘッド装置において、対物レンズと位相制御素子とは中心軸合わせ用の位置決めマークが形成されており、かつこのマークによって位置決めされて一つのホルダーに固定されていることを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

【0013】また、前記位相制御素子と前記対物レンズとが対向するそれぞれの面上の中心軸の位置に凹型又は凸型の位置決めマークが形成されていることを特徴とする上記の光ヘッド装置を提供する。

【0014】また、前記位相制御素子の表面には平面形状が環状でかつ断面形状が階段状の溝を有し、前記光源が2つの光源からなり、各光源がそれぞれ異なる波長の光を出射して、各波長の光が前記光学系を透過して光記録媒体上に集光されるとき、前記溝が一方の波長の光の波面収差のRMSには変化を与えずそのまま光を透過させ、他方の波長の波面収差のRMSを低減することを特徴とする上記の光ヘッド装置を提供する。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る光ヘッド装置の好適な実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の光ヘッド装置に用いられる位相制御素子と対物レンズの構成例を示す断面図である。1は位相制御素子、2は対物レンズ、3は位相制御素子と対物レンズを組み込んで固定するホルダーを示す。対物レンズ2は厚さ0.6mmの光記録媒体としてのDVD系の光ディスク4に対して波面収差が最小となるように最適設計されている。図1(a)は、DVD系の光ディスク4にNAが0.6に相当する光束が集光される様子を示し、図1(b)は、厚さ1.2mmの光記録媒体としてのCD系の光ディスク5に、NAが0.45に相当する光束が集光される様子を示している。

【0016】図1においては、一点鎖線で示される光ヘッドの光軸上で位相制御素子1と対物レンズ2とが向かい合う各面に偏心調整用として、位相制御素子の輪帯中心軸に凹型くぼみである位置決めマーク11が、また対物レンズの対称中心軸に凹型くぼみである位置決めマーク21が形成された例を示す。実際の組立時には、対物レンズ中心の位置決めマーク21と位相制御素子の輪帯中心の位置決めマーク11が一致するように偏心調整してからホルダー3に固定する。これにより、光ヘッド装置の位相制御素子と対物レンズとが偏心することなく一体化され、DVD系の光ディスクの再生性能を維持したまま、設計値通りのCD系光ディスクの再生性能が安定して得られる。

【0017】本発明の光ヘッド装置に用いられる対物レンズ2の例として、その平面図と断面図を図2に示す。また、位相制御素子の例として、その平面図と断面図を図3に示す。ここで用いられる偏心調整可能な位相補正素子に形成された位置決めマーク11及び対物レンズに形成された位置決めマーク21は、凹凸形状に限定されることはなく、その位置が判別できるマークであれば如何なる形状であってもよい。また、凹凸マークの場合では、対物レンズ2及び位相補正素子3が、何れも凹型或いは凸型であってもよい。なお、レンズ成型時に用いる金型に凸マークを形成でき、また位相制御素子2の輪帯加工時に同一プロセスで凹マークを形成できることから、何れも凹マーク形成の方が好ましい。そして、マーク形状は図2及び図3においては円形の場合を示したが、四角形、三角形、+印など何れでもよい。

【0018】これら位相補正素子に形成された位置決めマーク11、対物レンズに形成された位置決めマーク21の大きさは、素子全体の透過率及び波面収差を著しく劣化させない程度の微小面積であればよい。具体的には、数 $\mu\text{m}$ ～100 $\mu\text{m}$ 程度の外形が好ましい。DVD系の波面収差に影響を与えないためには、凹凸マークの深さHも後述する位相制御素子の位相補正用輪帯と同様に、DVD系波長 $\lambda_1$ 及び凹凸形成媒体の屈折率nに対

して、 $2\pi(n-1)H/\lambda_1$ で表せる位相差が $2\pi$ の整数倍となるように加工することが好ましい。また、マーク位置は必ずしも素子中心に1箇所である必然性はないが、組立調整時に撮像装置などを用いて拡大表示し、マーク位置合わせを行う場合は、対物レンズ2と位相制御素子1との距離が最も短い対物レンズ凸面の頂点、即ち光軸中心とすることが焦点合わせ精度を高められるため好ましい。

【0019】本発明の光ヘッド装置に用いられる対物レンズ2は、例えばガラス或いは樹脂などの母材を設計値10 に対応した面形状を有する金型を用いて精密成形することにより作製される。DVD系の光ディスクでは、その波面収差許容値がCD系に比べて厳しいため、樹脂に比べて温度変化に対する波面収差の劣化が少ないガラス成形レンズが通常用いられ、DVD系の光ディスクに対して波面収差が最小となるように最適設計されている。

【0020】次に、本発明の光ヘッド装置に用いられる位相制御素子1について説明する。図1において、位相制御素子1を用いない従来の場合、厚さ0.6mmのDVD系用の光ディスク4に対して波面収差が最小となる20 ように最適設計された対物レンズ2を用い、厚さ1.2mmのCD系の光ディスク5を再生すると、例えば図11に示すような位相差を有する球面収差が発生する。図11は位相差の分布の一断面を表しており、実際には3次元で周辺部の盛り上がったドーナツ状で、かつ環状の分布を呈している。

【0021】図11に示す位相差レベルでは収差が大きくCD系の光ディスクの情報が再生困難なため、図3に示す位相補正用輪帯1Aの形成された位相補正素子1を用いて、図11に示す球面収差を低減させる。この位相補正用輪帯1Aは、波長 $\lambda_1=650\text{nm}$ のDVD系の光ディスク使用時に波面収差を劣化させないために、平面形状が環状で断面形状が階段状の溝12~17を同心円状に所定の間隔で配置することで形成される。

【0022】ここで、図中 $h_1$ 及び $h_2$ で示される段差 $h$ (隣接するステップ間の高低差)により生成される位相差 $\Delta\phi_1$ は(1)式で表せる。

$$\Delta\phi_1 = 2\pi(n-1)h/\lambda_1 \quad (1)$$

この位相差が $2\pi$ の整数倍となるように位相補正素子の位相補正用輪帯1Aを加工する。ただし、 $n$ は加工基板の屈折率である。例えば、屈折率 $n=1.5$ のとき、段差 $h$ を $1.3\mu\text{m}$ の整数倍とすることで、実質的に波長 $\lambda_1=650\text{nm}$ の光に対しては位相を変化させないことができる。なお、形成される輪帯の数は通常2~7個である。また、位相補正用輪帯1Aの輪帯は完全な円形である必要はなく多少楕円に近くてもよく、さらに円形が繋がってなく部分的に切れていてもよい。また、溝の形成方法にはフォトリソグラフィとエッチングを組み合わせた方法、プレス法、射出成形法などがあり、溝の形成される材料に応じて適切な方法が選択される。

【0023】一方、このような位相補正用輪帯1Aに波長 $\lambda_2=780\text{nm}$ の光を透過させると、(2)式で表される位相差 $\Delta\phi_2$ が発生する。

$$\Delta\phi_2 = 2\pi(n-1)h/\lambda_2 \quad (2)$$

この場合、 $1.67\pi$ の位相差が発生することになる。図3のように、この位相補正用輪帯1Aを複数の階段状の溝12~17から形成することで、波長 $780\text{nm}$ の光に対してのみ位相を変化させることができる。このことを利用して、入射光束の位相を制御し球面収差を補正できる。

【0024】また、ここで使用する位相制御素子1の基板は、光透過性が良く耐久性があり、屈折率が適切に選択されていればどのような材料でもよく、例えばガラスの他、アクリル樹脂、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニルなどであってもよい。中でも、ガラス基板は高い光透過性と高い耐久性を有するので好ましい。

【0025】また、DVD系とCD系の光ディスクでは要求されるNA値が異なり、CD系の光ディスク再生時におけるNA値はDVD系のNA値より小さいため、対物レンズ2や位相制御素子1の周辺部を使用しないように制限することが好ましい。そのため、位相制御素子1の周辺部に、DVD系光ディスク用の波長 $650\text{nm}$ の光は透過するが、CD系光ディスク用の波長 $780\text{nm}$ の光は透過しない、波長選択性を有した開口制御フィルタが好適に使用できる。

【0026】また、CD系の光ディスク再生時には、位相制御素子1の周辺部透過光束の位相がずれるように光学設計し、光ディスク面上に有効に集光しないように収差を発生させることにより、実質的に開口制御が行える。この場合は、波長選択性の開口制御フィルタを省くことができ、使用部品の点数が減らせるため好ましい。

【0027】具体的には、図3に示した位相制御素子1において、DVD系で用いられCD系では用いられないNAが0.45より大きく0.6以下の領域に対応する輪帯領域に対しても、平面形状が環状で断面形状が階段状の溝17を形成する。この溝17の段差 $h$ により生成される位相差 $\Delta\phi_1$ は、DVD系の波長 $\lambda_1=650\text{nm}$ の光束に対して前述の(1)式で表される。この位相差 $\Delta\phi_1$ が $2\pi$ の整数倍となるように溝17を加工する。このとき、CD系の波長 $\lambda_2=780\text{nm}$ の光束に対して、光学系のNAが0.45以下の波面収差と、NAが0.45より大きく0.6以下の波面収差との差異が大きくなるように段差 $h$ を規定すれば、この位相制御素子1は、有効な波長選択性を備えた開口制御フィルタとして作用する。

【0028】また、図3では輪帯状の溝17を示しているが、この領域に上記段差 $h$ で、回折格子を形成することにより、波長選択性が向上するためにさらに好ましい。この場合、DVD系の光束は直進透過し、CD系の光束は回折されるため、CD系の光束のみを反射させる

従来の誘電体多層膜干渉フィルタ方式と実質的に同様の開口制御機能を実現できる。

【0029】さらに、平面形状が環状で断面形状が階段状の位相補正用輪帯1Aが形成された位相制御用の基板1と、ビームスプリッタ用ホログラム6Aが形成されたホログラム用の基板6とを一体化した構成の断面図を図4に示す。このように位相制御用の基板1とホログラム用の基板6とを一体化することで、部品点数が削減できると共に、小型・軽量化を図ることができ、さらには光ヘッド装置の組み立てを容易にできる。また、一体化することで位相制御素子の輪帯溝とホログラムの凹凸間との位置合わせ精度も高められ、生産の歩留まりを向上できる。

【0030】上記一体化の方法としては、位相制御用の溝が形成された基板の裏面にホログラムを形成してもよく、位相制御用の溝が形成された基板とホログラムが形成された基板とを積層してもよい。後者の積層を行う場合、基板の位相制御用の溝が形成された面と、ホログラムの格子が形成された面が、図4のように同じ側（図では上側）にあってもよく、形成面が向き合っていることもよく、逆に形成面が背を向け合っていることもよい。また、図4では断面が矩形状の凹凸を有するホログラムを示したが、ブレード化した形状のホログラムであってもよい。その場合、特定の次数の回折効率を向上できるため、使用用途によっては好ましい選択となる。

【0031】この位相制御素子に、さらに1/4波長板（以降、 $\lambda/4$ 板と称する）などの波長板を一体化することにより、光ディスクへ向かう光及び光ディスクからの反射光の偏光特性をそれぞれ制御できる。

【0032】また、一体化するホログラムとしては、複屈折性を有する光学材料に格子状の凹凸部が設けられ、その凹凸部が他の光学的等方性材料によって充填されている偏光ホログラムを使用することが好ましい。この偏光ホログラムは光利用効率が高いので特に好ましい。この複屈折性を有する光学材料の凹凸部に充填する光学的等方性材料の屈折率は、光利用効率を高めたい場合、複屈折性の光学材料の常光屈折率又は異常屈折率のいずれかに等しくする。

【0033】また、上記構成では複屈折性の光学材料に格子状の凹凸部を設け、この凹凸部に光学的等方性材料を充填していたが、その逆であってもよい。即ち、光学的等方性材料に格子状の凹凸部を設け、この凹凸部に複屈折性の光学材料を充填してもよい。さらに、複屈折性の光学材料に格子状の凹凸部を設けて、光学的等方性材料に格子状の凹凸部を設けて、両方の凹凸部を嵌合させてもよい。

【0034】この偏光ホログラムは、入射する光の偏光方向により回折効率が異なるもので、光源から光ディスクに向かう出射光の往路では高透過率となる偏光方向とし、光ディスクにより反射され戻ってくる出射光の復路

では $\lambda/4$ 板などにより偏光方向を回転させ、高回折効率の偏光方向とすることが望ましい。このように偏光方向を変化させることで往路における不要な回折光を低減できる。

【0035】また、光ディスクの基板に複屈折性が存在する場合、光ディスクで反射され戻ってくる反射光に含まれている情報を検出するためには、光学的等方性材料の屈折率が、複屈折性の光学材料の常光屈折率及び異常屈折率のいずれにも等しくないように設定すればよい。この場合は使用可能な光ディスクが増加し、光ヘッド装置の汎用性をより向上できる。

【0036】上記の偏光ホログラムは、 $\text{LiNbO}_3$ などの複屈折性の光学単結晶を用いても作製できるが、複屈折性の有機薄膜、特に高分子液晶の薄膜に格子状の凹凸部を形成して、他の光学的等方性材料でその格子部分を充填することが、作製の容易性、屈折率の選択自由度の観点から好ましい。さらに、有機薄膜により作製した偏光ホログラムは、材料費や加工コストが安価となり好ましい。また、光学的等方性材料としては、アクリル系高分子、エポキシ系高分子、ウレタン系高分子などが挙げられる。

【0037】本発明に係る光ヘッド装置の構成は、上述の位相制御素子と対物レンズとの組み合わせに限定されない。即ち、本発明の構成ではレンズと光学素子との偏心を精度良く調整することで軽減できるため、レンズと一体化した複合体として機能する複合素子において、そのレンズの光軸中心に対する光学素子の偏心が複合素子全体の性能を劣化させる場合に有効である。

【0038】例えば、実際の光ディスクでは、光ディスクの変形に伴って光情報記録面でコマ収差が生じ、再生が困難な場合がある。このことは、特に波面収差の許容幅が狭く光ディスク板厚の薄いDVD系において顕在化する。その対策として、チルト補正素子の利用が提案されている。チルト補正素子とは、上記原因で生じたコマ収差を光ディスクの回転に追従して実時間で収差補正するように空間的な位相波面補正を行う素子である。具体的には、チルト補正素子は、コマ収差補正に有効な形状に透明電極をパターンニング形成した2枚のガラス基板に、配向が揃うように液晶を封入し、透明電極に電圧を印加することにより液晶の配向を実時間で変化させて空間的な位相分布を形成したものである。

【0039】このチルト補正素子も上述の位相制御素子と同様に、対物レンズの対称中心軸から偏心が生じた場合、設計通りの位相補正機能が得られないため、その場合は、チルト補正素子にも本発明の位置決めマークを形成して対物レンズとの偏心調整をした後に、一体化して固定すればよい。したがって、DVD系及びCD系の光ディスクの記録又は再生を安定して行うためには、図5に示すように、位相制御素子1及びチルト補正素子7を一体化し、さらにビームスプリッタ用ホログラム6Aを

形成したホログラム用の基板6も一体化して、対物レンズとの偏心を無くす構成にすればよい。ここで、図5は、本発明の光ヘッド装置に用いられる位相制御素子がチルト補正素子及びホログラムと一体化された一例を示す断面図であり、平面形状が環状で断面形状が階段状の位相補正用輪帯1Aが形成された位相制御用の基板1と、ビームスプリッタ用ホログラム6Aが形成されたホログラム用の基板6との間にチルト補正素子7を介装して一体化した構成の断面図である。

【0040】具体的には、図5においてチルト補正素子7は位相補正用輪帯1Aが一方の面に形成され、液晶と接する他方の面にパターンニングされた図示しない透明電極が形成された位相制御素子1の基板と、チルト補正素子7の基板74とをシール72により数 $\mu\text{m}$ のギャップを保つように形成した空セルに液晶71を注入することで作製される。このとき、液晶分子が基板界面で配向するように配向膜が透明電極上に塗布される。73は電圧印加用の電極端子である。さらに、ホログラムが形成された基板6がチルト素子7の基板1とは反対側に接合される。

【0041】また、上述の位相制御素子1と対物レンズ2は、波長がそれぞれ異なる2つの光源からの出射光を光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器を少なくとも備えた光ヘッド装置の、光源と光記録媒体との間に配置される。

【0042】波面収差は、位相制御素子1と対物レンズ2とを偏心調整して一体化した後、光ヘッド装置に組み込むことにより小さくできる。したがって、光ディスクからの反射光である信号光のノイズを低減することがで\*

\*き、また、光ヘッド装置の構成部品点数が減少し、その分体積が小さくなり、さらに、光ヘッド装置作製のための工程数が低減でき生産性も向上する。

【0043】

【実施例】以下、図面を参照しながら本実施例について説明する。ここで使用した2つの半導体レーザの発振波長は、それぞれ $\lambda_1=650\text{nm}$ と、 $\lambda_2=780\text{nm}$ である。

【0044】最初に、位相制御素子を用いない構成における波長 $\lambda_1=650\text{nm}$ 、 $\text{NA}=0.6$ のDVD系の光ディスクに対して最適設計されたガラス成形対物レンズの波面収差の分布を図6に示した。この対物レンズを波長 $\lambda_2=780\text{nm}$ 、 $\text{NA}=0.45$ のCD系の光ディスクに対して用いた場合は、図11に示す大きな球面収差が発生することになる。このときの波面収差のRMS計算値は、DVD系で $0.001\lambda_1$ 、CD系で $0.138\lambda_2$ であった。また、対物レンズの光ディスクとは反対側の凸面の対称中心軸上には、直径約 $20\mu\text{m}$ の円形凹型の位置決めマークを形成している。

【0045】次に、図3に示した位相制御素子の位相補正用輪帯について説明する。ガラス基板の屈折率 $n$ は1.5である。図3は、開口数 $\text{NA}1\sim\text{NA}2$ の領域と、開口数 $\text{NA}3\sim\text{NA}4$ の領域と、開口数 $\text{NA}5\sim\text{NA}6$ の領域に対する段差 $h_1$ が $1.3\mu\text{m}$ で、開口数 $\text{NA}2\sim\text{NA}3$ の領域及び開口数 $\text{NA}5\sim\text{NA}6$ の領域に対する段差 $h_2$ が $1.3\mu\text{m}$ の場合を示している。各位相補正用輪帯の仕様を表1に纏めて示した。

【0046】

【表1】

輪帯No.	最小NA	最大NA	段差( $\mu\text{m}$ )
12	0	$\text{NA}1=0.15$	0
13	$\text{NA}1=0.15$	$\text{NA}2=0.23$	1.3
14	$\text{NA}2=0.23$	$\text{NA}3=0.40$	2.6
15	$\text{NA}3=0.40$	$\text{NA}4=0.43$	1.3
16	$\text{NA}4=0.43$	$\text{NA}5=0.45$	0
17	$\text{NA}5=0.45$	$\text{NA}6=0.60$	1.3

【0047】また、輪帯の中心に、直径約 $20\mu\text{m}$ 、段差 $h_2=2.6\mu\text{m}$ の円形凹型の位置決めマーク11を形成している。

【0048】図3に示す位相制御素子においては、DVD系光ディスクのNAである0.6はNA6に対応し、CD系光ディスクのNAである0.45はNA5に対応する。段差 $h_1$ を $1.3\mu\text{m}$ 、段差 $h_2$ を $2.6\mu\text{m}$ に設定することで、波長 $\lambda_1$ が $650\text{nm}$ の光に対しては実質的に位相は変化せず、波面収差は図6に示す良好な特性が維持できる。

【0049】一方、上記設定された段差 $h_1$ 、 $h_2$ を有する位相制御素子に、CD系である波長 $\lambda_2$ が $780\text{nm}$ の光を透過させると、 $1.67\pi$ と $3.33\pi$ の位相差が発生する。この位相差は、対物レンズと組み合わせ

用いるときに、図11に示す対物レンズの波面収差分布において、対応する輪帯域の波面収差を実効的に $0.17\lambda_2$ 及び $0.33\lambda_2$ だけ差し引くように作用する。即ち、図3に示す位相補正用輪帯1Aに光を透過させることで、波長 $780\text{nm}$ の光に対してのみ波面収差が低減されることになる。

【0050】本実施例においては、図1に示すように、上記仕様の位相制御素子1と対物レンズ2とを組み合わせ、位相補正素子に形成された位置決めマーク11と対物レンズに形成された位置決めマーク21が一致するように顕微鏡で観察しながら位置合わせ調整した後、ホルダー3に固定する。これにより、位相制御素子1の中心軸と対物レンズ2の中心軸との偏心が無くなるため、波面収差のRMSは、DVD系では $0.001\lambda_1$ と変

ならず、CD系ではNAが0.45の光束に対して0.044λに低減できる。

【0051】このときのCD系におけるNAが0.45までの波面収差分布を図7に示す。図7によれば、波面収差は残留波面収差の目安であるマレシャル基準値0.07λを十分下回るため、本光ヘッドによってDVD系及びCD系何れの光ディスクに対しても安定して再生が可能となる。

【0052】また、CD系におけるNAが0.6までの波面収差を図8に示す。図中の実線は本実施例の位相補正用輪帯の溝17がある場合を示し、点線は溝17の無い場合を示している。したがって、NAが0.45以上の領域では、CD系の大きな波面収差が上記溝17による段差を形成することによりさらに増大する。このような光束は信号読み出しに寄与しないため、実効的に開口制御が行われることになる。

【0053】対物レンズと位相制御素子とを位置決めマークが無い状態でホルダーに固定する場合、各部品の外形加工精度にはそれぞれ±30μm程度の公差が存在するため、最大±120μm程度の対物レンズと位相制御素子の偏心が発生する。図9に対物レンズと位相制御素子がΔrだけ偏心したときの波面収差のRMSの変化を示した。これによれば、偏心量Δrが70μm以上でマレシャル基準値0.07λを満たさないため、CD系の光ディスクを安定して再生できない。

【0054】また、偏心量を70μm以下に保つため、各部品の外形公差が±18μm以下の部品を選別するとすると、歩留まりの低下及び検査時間の増大に繋がる。さらに、本光ヘッド装置を実際にDVD系及びCD系光ディスクの情報を再生する光ヘッド装置として用いる場合、光ディスクの変形や傾斜に伴うコマ収差の発生や温度変化による波面収差のRMSの劣化などを考慮すると、理想的な光ディスクに対する波面収差のRMSを0.05λ以下に保つ必要がある。対物レンズと位相制御素子との偏心が生じやすい従来の構成ではさらに歩留まり低下を招くことになるが、本発明の構成では偏心が抑えられ、特に問題とならない。

【0055】次に、この位相制御用の溝を形成した基板と、ビームスプリッタ用ホログラムが形成された基板とを積層して一体化した位相制御素子、及び対物レンズを組み込んだ光ヘッド装置を説明する。この光ヘッド装置の一構成例を図10に示した。

【0056】この場合のホログラムとしては、複屈折性を有する高分子液晶の薄膜に格子状の凹凸部を設け、この高分子液晶の常光屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光学的等方性材料で高分子液晶の薄膜の凹凸部を充填した偏光ホログラム6を用いた。この偏光ホログラム6は、入射する光の偏光方向により回折効率が異なるもので、半導体レーザ41A、41Bから光ディスク4

(5)に向かう光の往路では高透過率の偏光方向を利用

する。また、光ディスク4(5)からの反射光路となる復路では、λ/4板8により偏光方向を回転させて高回折効率の偏光方向を利用することで、光検出器42A、42Bに反射光を導くことができる。ここで用いたλ/4板8は、2つの波長λ<sub>1</sub>=650nmとλ<sub>2</sub>=780nmの平均の波長に対して1/4となる位相差とした。

【0057】図10に示す光ヘッド装置において、DVD系光ディスク用の光源である波長650nmの半導体レーザ41Aと、CD系光ディスク用の光源である波長780nmの半導体レーザ41Bからの出射光は、それぞれのコリメートレンズ43A、43Bを透過し、波長選択性プリズムミラー44により光軸を一致させ、本発明の対物レンズ2と、偏光ホログラム6を有する位相制御素子1とがホルダー3に一体化された複合素子10を透過する。なお、この複合素子10にはλ/4板8が偏光ホログラム6と位相制御素子1との間に接合されている。そして透過光は、対物レンズ2により光ディスク4(5)の光情報記録媒体面に集光する。この光ディスク4(5)のビット情報を含む反射光は再び複合素子10を透過して、偏光ホログラム6により光軸をわずかに曲げられ、各光検出器42A、42Bに到達する。ここで、λ/4板8の役割は上記した通りである。

【0058】ここで、DVD系の光ディスク用の半導体レーザを41B、CD系の光ディスク用の半導体レーザを41Aとしてもよい。この場合、波長選択性プリズムミラー44の反射特性は上記の場合と異なり、波長650nmの光を反射することとなる。

【0059】CD系の光ディスク再生時に、この位相制御素子と対物レンズとを備えた光ヘッド装置を用いることにより、波面収差のRMSを安定して0.044λの小さな値に維持することが可能となる。これによって、光ディスクからの反射光である情報光のノイズが低減され、安定した再生ができる。また、光ヘッド装置の構成部品点数を減らすことができ、光ヘッド装置を小型・軽量化できる。

【0060】

【発明の効果】本発明によれば、対物レンズと位相制御素子とは中心軸合わせ用の位置決めマークが形成されており、かつこのマークによって位置決めされて一つのホルダーに固定されることにより、光ヘッド装置の位相制御素子と対物レンズとが偏心することなく一体化されるため、DVD系の光ディスクの再生性能を維持したまま、設計値通りのCD系光ディスクの再生性能が安定して得られる。また、2つの光源からそれぞれ異なる波長の光を出射して、各波長の光が対物レンズと位相制御素子を備えた光学系を透過して光記録媒体上に集光される時、位相制御素子表面の溝が一方の波長の光の波面収差のRMSには変化を与えずそのまま光を透過させ、他方の波長の波面収差のRMSを低減することにより、実質的に開口制御が行え、DVD系及びCD系の光ディス



クの情報を簡単な構成により記録・再生することができる。以て、記録装置の部品点数が減少し、小型・軽量化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ヘッド装置の位相制御素子及び対物レンズの断面図で、(a)はDVD系光ディスクに用いた場合で、(b)はCD系光ディスクに用いた場合の図である。

【図2】本発明の光ヘッド装置に用いられる対物レンズの一例を示す構成図で、(a)は平面図で、(b)は断面図である。

【図3】本発明の光ヘッド装置に用いられる位相制御素子の一例を示す構成図で、(a)は平面図で、(b)は断面図である。

【図4】本発明の光ヘッド装置に用いられる位相制御素子がホログラムと一体化された一例を示す断面図である。

【図5】本発明の光ヘッド装置に用いられる位相制御素子がチルト補正素子及びホログラムと一体化された一例を示す断面図である。

【図6】本発明の光ヘッド装置をDVD系光ディスクに用いた場合の波面収差の一例を示す図である。

【図7】本発明の光ヘッド装置をCD系光ディスクに用いた場合のNAが0.45までの波面収差の一例を示す図である。

【図8】本発明の光ヘッド装置をCD系光ディスクに用いた場合のNAが0.6までの波面収差の一例を示す図である。

【図9】本発明の光ヘッド装置において位相制御素子と\*

\* 対物レンズに偏心が存在した場合にCD系光ディスクにおいて生じるRMS波面収差の一例を示す図である。

【図10】本発明の光ヘッド装置の構成例を示す概念図である。

【図11】位相制御素子の無い対物レンズを備えた従来の光ヘッド装置をCD系光ディスクに用いた場合に発生する波面収差の一例を示す図である。

【符号の説明】

1：位相補正素子（位相制御用の基板）

1A：位相補正素子の位相補正用輪帯

2：対物レンズ

3：ホルダー

4：DVD用光ディスク

5：CD用光ディスク

11：位相補正素子に形成された位置決めマーク

16：開口数NA2以下に対応した位相補正素子の位相補正用輪帯

13：開口数NA1～NA2に対応した位相補正素子の位相補正用輪帯

20 14：開口数NA2～NA3に対応した位相補正素子の位相補正用輪帯

15：開口数NA3～NA4に対応した位相補正素子の位相補正用輪帯

16：開口数NA4～NA5に対応した位相補正素子の位相補正用輪帯

21：対物レンズに形成された位置決めマーク

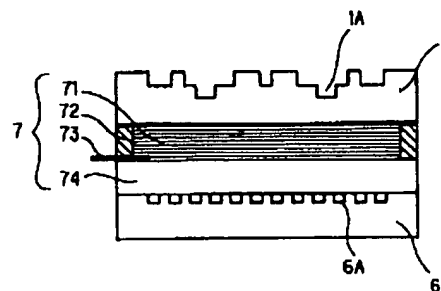
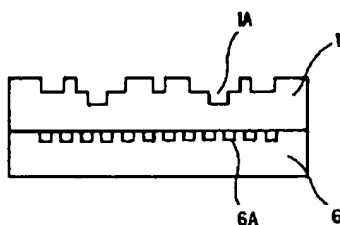
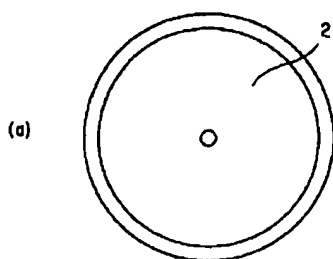
4A、41B：半導体レーザ

42A、42B：光検出器

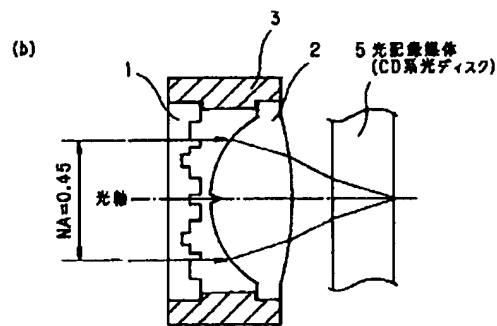
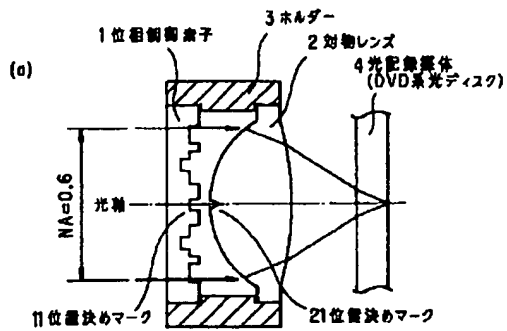
【図2】

【図4】

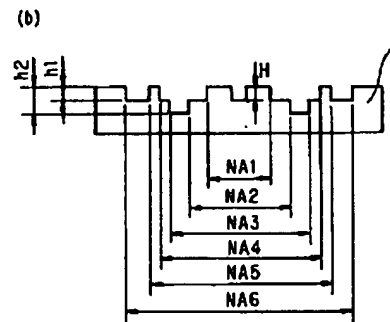
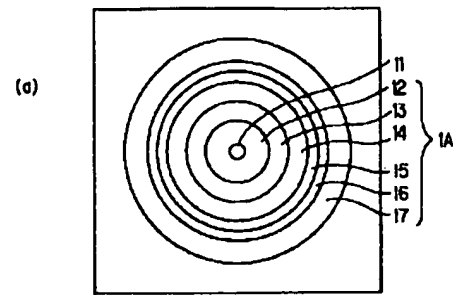
【図5】



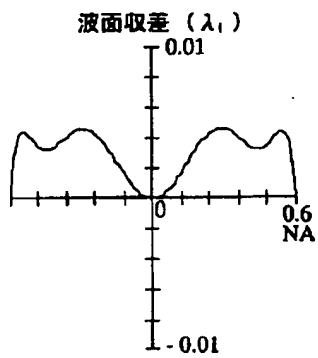
【図1】



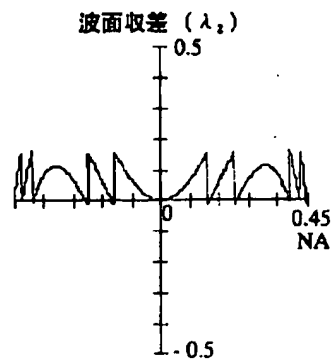
【図3】



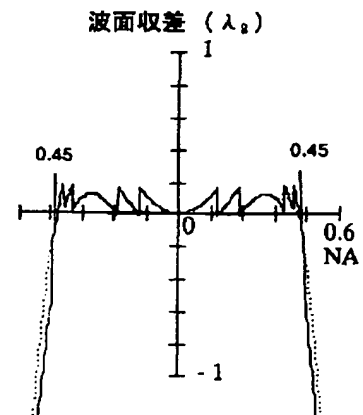
【図6】



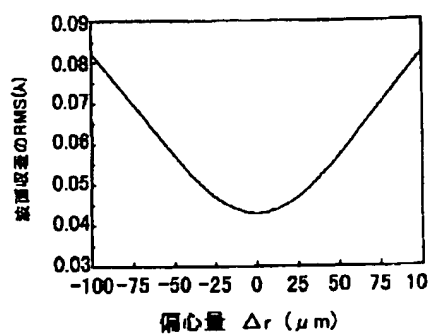
【図7】



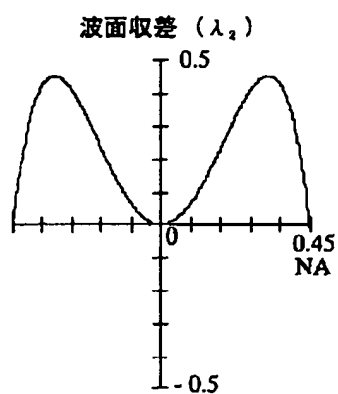
【図8】



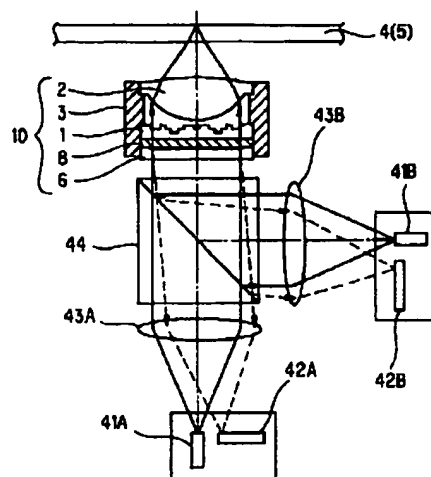
【図9】



【図11】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 下 菌 裕明  
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地  
旭硝子株式会社内

Fターム(参考) 5D119 AA41 BA01 EC01 EC04 EC47  
FA08 JA31 JA43